

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-198250

(43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.Cl.

H03B 5/30

H03B 5/04

(21)Application number : 2002-209949

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 18.07.2002

(72)Inventor : KOBAYASHI SACHIHIRO
IMAI NOBUYUKI

(30)Priority

Priority number : 2001232458
2001317283Priority date : 31.07.2001
15.10.2001

Priority country : JP

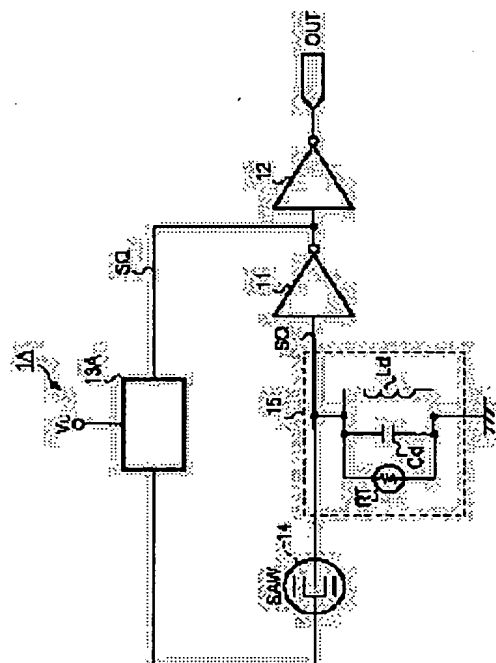
JP

(54) OSCILLATOR CIRCUIT AND ELECTRONIC APPARATUS USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an oscillator circuit having improved temperature characteristics over a wide temperature range, especially, a high temperature range.

SOLUTION: The oscillator circuit has a positive feedback oscillation loop composed of an amplifier, an SAW resonator having a specified resonance frequency, a phase shift circuit for outputting an output signal with a specified shifted value of phase from an input signal, a tank circuit composed of an inductance element and a capacitance element. An NTC thermistor having a negative temperature characteristic is parallel connected to the tank circuit. The capacitance element of the tank circuit in the oscillator circuit uses a capacitance element having a capacitance-temperature characteristic for compensating the secondary frequency-temperature characteristic of the SAW resonator.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Amplifier, a SAW resonator which has predetermined resonance frequency, a phase-shifting circuit outputted as an output signal which carried out [*****] a phase of an input signal, a tank circuit which consists of an inductance element and a capacitive element, and an oscillator circuit characterized by connecting an NTC thermistor which constitutes a positive feedback oscillation loop as be alike, and has a negative temperature property in said tank circuit and juxtaposition.

[Claim 2] Said amplifier is an oscillator circuit according to claim 1 where it has an inversed input terminal and a non-inversed input terminal, bias voltage is inputted into either among said inversed input terminal and said non-inversed input terminal, and another side is characterized by being the differential amplifier which functions as an input edge of said positive feedback oscillation loop.

[Claim 3] Said tank circuit is an oscillator circuit according to claim 2 characterized by connecting between said reversal of said differential amplifier, and a non-inversed input terminal.

[Claim 4] Any one or more capacitive elements of the capacitive element which constitutes said tank circuit in an oscillator circuit which has amplifier, vibrator which has the secondary frequency temperature characteristic, a feedback amplifier which oscillates said vibrator, and a tank circuit which gave frequency selective [near the desired frequency] are oscillator circuits characterized by having the capacity temperature characteristic which amends the secondary frequency temperature characteristic of said vibrator.

[Claim 5] Any one or more capacitive elements of the capacitive element which constitutes said tank circuit are oscillator circuits according to claim 4 characterized by having the capacity temperature characteristic which serves as maximum capacity near [where maximum oscillation frequency of said vibrator is obtained] the temperature.

[Claim 6] Said oscillator circuit is an oscillator circuit according to claim 4 or 5 further characterized by having a phase-shifting circuit which is made to carry out specified quantity change and outputs a phase of a reference signal which flows to a positive feedback oscillation loop in order to satisfy phase conditions of the oscillator circuit concerned.

[Claim 7] Said phase-shifting circuit is an oscillator circuit given in either claim 1 characterized by the ability to adjust the amount of phase shifts with an external signal thru/or 3 or claim 6.

[Claim 8] Said amplifier is an oscillator circuit according to claim 1 to 7 characterized by being the differential amplifier which used an ECL line receiver.

[Claim 9] Electronic equipment characterized by having an oscillator circuit according to claim 1 to 8.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the oscillator circuit and electronic equipment which amended the temperature characteristic of the oscillation frequency of a SAW resonator especially about the electronic equipment which used an oscillator circuit and this.

[0002]

[Description of the Prior Art] In communication equipment, such as a cellular phone, transmission and reception of commo data are performed based on the output signal of an oscillator. For this reason, the oscillator is expected to stabilize and oscillate in ** high frequency band (for frequency stability to be high), and to stabilize and oscillate in the operating temperature range of ** communication equipment (for temperature compensation to be carried out) from the request of improvement in the speed of transmission speed.

[0003] As a device for the RF oscillation of an oscillator, the SAW (Surface Acoustic Wave) resonator attracts attention. A SAW resonator is a resonator using the property which energy concentrates and is spread near the surface of an elastic body. A blind-like electrode is arranged on a piezo-electric substrate, and, specifically, a SAW resonator functions as a resonator by reflecting the surface wave excited with each electrode, and generating a standing wave.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There are various problems in the oscillator which oscillates a RF using this SAW resonator. Drawing 17 is the circuit diagram of the conventional voltage-controlled SAW oscillator circuit (Voltage Controlled SAW Oscillator: VCSO), and drawing 18 is the block diagram showing the configuration which applied the output buffer to this VCSO. By carrying out adjustable control of the control voltage Vc impressed to the varicap diode Cv, this VCSO carries out adjustable [of the reactance], changes the phase conditions of an oscillation loop, and, thereby, is the circuit which enabled it to obtain the desired oscillation frequency F.

[0005] However, VCSO had especially the problem that the property of not only the oscillation frequency of VCSO but the control voltage Vc-oscillation frequency F will change a lot with temperature, in low reverse voltage (capacity value size) from the effect of the temperature characteristic of passive section reactance values, such as being [of ** varicap diode capacity] the temperature characteristic, that fluctuation is large, the temperature-phase characteristic of ** active element, and ** coil, a capacitor.

[0006] When it explained in detail, as the temperature characteristic of the oscillation frequency F of

VCSO was shown in drawing 19 , when it became an elevated temperature (for example, 85 degrees C), the change ***** case had the oscillation frequency F greatly. Furthermore, in the case of low temperature [an elevated temperature and], as the property of the control voltage Vc-oscillation frequency F of VCSO was shown in drawing 20 , change of the property of the control voltage Vc-oscillation frequency F was remarkable especially. Since control of the control voltage Vc in a pyrosphere differed from the case of control in other temperature regions greatly, this was producing the problem that control became complicated.

[0007] Moreover, bordering on near series-resonating-frequency F_r of a SAW resonator, as VCSO was shown in drawing 21 , when the high field Vc, i.e., control voltage, was large, the sensitivity of frequency change had the small oscillation frequency F, and the oscillation frequency F had become the property that the sensitivity of frequency change is large when the low field Vc, i.e., control voltage, is small. Especially, this property is remarkable when the frequency adjustable sensitivity to reactance variation is expanded using an expanding coil. For this reason, in the case of being high, and the case of being low, the adjustable amounts of control voltage Vc differed greatly, and the oscillation frequency F was producing the problem that control became complicated also for this.

[0008] Moreover, in this way, the conventional VCSO had the problem that it could not design to a suitable loop band in the total-temperature region, when forming a part of PLL circuit in which this VCSO synchronizes the frequency of an optical network communication device, using as a source of a reference clock and designing the above-mentioned PLL circuit, in order to change a lot in a temperature requirement with the property of the control voltage Vc-oscillation frequency F.

[0009] Furthermore, conventionally, as shown in drawing 22 , the oscillator circuit using a SAW resonator is equipped with the temperature-compensation circuit 107 which consists of sensible-heat resistors 105 and 106, such as resistance 101-104 and a thermistor, the control voltage which the temperature-compensation circuit 107 impresses to the varicap diode 109 according to ambient temperature is changed to it, and there is the temperature compensation SAW oscillator circuit (Temperature Compensated SAW Oscillator:TCSO) 100 which maintains oscillation frequency almost uniformly among them. However, since this TCSO100 had a temperature-compensation circuit, its circuit scale was large and it had a problem with a difficult miniaturization. In addition, the configurations of those other than temperature-compensation circuit 107 of TCSO100 shown in drawing 22 are the SAW resonator 110, capacitors 108, 111, 112, and 118, resistance 113, 114, and 116, a transistor 115, and zener diode 117.

[0010] There is the method of amending the frequency temperature characteristic of a SAW resonator by using the capacitive element (capacitor) which, on the other hand, has the predetermined capacity temperature characteristic other than the method of carrying out temperature compensation using the temperature-compensation circuit 107 as load-carrying capacity of a SAW resonator. How to amend the frequency temperature characteristic of a SAW resonator hereafter using the capacitive element which has the capacity temperature characteristic is explained.

[0011] Drawing 23 is drawing showing the temperature characteristic of the oscillation frequency of a SAW resonator. If the temperature characteristic of the oscillation frequency of a SAW resonator can be mostly expressed with a negative quadratic curve, oscillation frequency becomes the highest at a certain temperature T_0 (henceforth "the frequency top-most-vertices temperature T_0 ") and temperature changes from it as shown in this drawing, it has the property that oscillation frequency becomes low. On the other

hand, the relation of an inverse proportion between the oscillation frequency of a SAW resonator and load-carrying capacity is, and if load-carrying capacity decreases, oscillation frequency will rise.

[0012] In the case of this SAW resonator, as shown in drawing 24 , the capacitive element which has the capacity temperature characteristic used as maximum capacity is used for the capacitive element which has the capacity temperature characteristic at the time of the frequency top-most-vertices temperature T_0 . Although the temperature characteristic of the oscillation frequency of a SAW resonator is a narrow temperature requirement centering on the frequency top-most-vertices temperature T_0 as this shows to drawing 25 , it is possible to amend oscillation frequency to constant frequency mostly in this temperature requirement.

[0013] However, since this method maintained frequency uniformly only in the narrow temperature requirement centering on the frequency top-most-vertices temperature T_0 , it had the problem that frequency will change a lot, at the temperature of the elevated temperature which is separated from the frequency top-most-vertices temperature T_0 , and low temperature.

[0014] This invention is made in order to solve the problem by which it is placed between the conventional technology mentioned above, and it aims at offering a large temperature requirement especially the oscillator circuit which has improved the temperature characteristic in a pyrosphere, and the electronic equipment using this oscillator circuit.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention constitutes a positive feedback oscillation loop as resemble amplifier, a SAW resonator which has predetermined resonance frequency, a phase-shifting circuit outputted as an output signal with which a phase of an input signal was ***** carried out, and a tank circuit which consists of an inductance element and a capacitive element, and it offers an oscillator circuit characterized by connecting an NTC thermistor which has a negative temperature property in said tank circuit and juxtaposition.

[0016] Since according to the above-mentioned configuration it acted so that an NTC thermistor may enlarge the amount of phase corrections in a pyrosphere of a tank circuit, even if the temperature characteristic of frequency of VCSO of a feedback mold has been improved and surrounding environment became an elevated temperature, it has an effect that an oscillator circuit by which frequency was stabilized is obtained.

[0017] In the above-mentioned configuration, amplifier may have an inversed input terminal and a non-inversed input terminal, bias voltage may be inputted into either among said inversed input terminal and said non-inversed input terminal, and another side may be the differential amplifier which functions as an input edge of said positive feedback oscillation loop.

[0018] Moreover, in the above-mentioned configuration, a tank circuit is characterized by connecting between reversal of differential amplifier, and a non-inversed input terminal.

[0019] Moreover, any one or more capacitive elements of the capacitive element from which this invention constitutes a tank circuit in an oscillator circuit which has amplifier, vibrator which has the secondary frequency temperature characteristic, a feedback amplifier which oscillates said vibrator, and a tank circuit which gave frequency selective [near the desired frequency] offer an oscillator circuit characterized by having the capacity temperature characteristic which amends the secondary frequency temperature characteristic of vibrator.

[0020] frequency variation of vibrator which capacity change of a capacitive element which constitutes

a tank circuit gives according to the above-mentioned configuration is markedly boiled as compared with frequency variation of vibrator which capacity change of other capacitative elements gives, and since it is large, it can amend the secondary frequency temperature characteristic of vibrator in a large temperature requirement by having the capacity temperature characteristic to which a capacitative element which constitutes a tank circuit amends the secondary frequency temperature characteristic of vibrator.

[0021] In the above-mentioned configuration, any one or more capacitative elements of the capacitative element which constitutes a tank circuit are characterized by having the capacity temperature characteristic which serves as maximum capacity near [where maximum oscillation frequency of said vibrator is obtained] the temperature. In a temperature region of an elevated temperature or low temperature, a case where temperature compensation becomes overcompensation or the lack of compensation can be avoided by this, and the greatest temperature-compensation effect can be acquired.

[0022] Moreover, in order that an oscillator circuit may satisfy phase conditions of the oscillator circuit concerned, you may make it have further a phase-shifting circuit which is made to carry out specified quantity change and outputs a phase of a reference signal which flows to a positive feedback oscillation loop in the above-mentioned configuration. Thereby, phase conditions of an oscillator circuit can be satisfied simply.

[0023] Moreover, in the above-mentioned configuration, a phase-shifting circuit is good also as a configuration which can adjust the amount of phase shifts with an external signal. In this, an external signal (for example, control voltage V_c) enables it to tune oscillation frequency of the above-mentioned oscillator circuit finely to arbitration.

[0024] Moreover, as for amplifier, in the above-mentioned configuration, it is desirable from a point of high-speed operation and power consumption reduction that it is the differential amplifier which used an ECL line receiver.

[0025] Moreover, by using these oscillator circuits, it is not influenced by ambient temperature but usable electronic equipment, for example, an optical interface module which can perform data transfer which was stabilized and minded an optical network, can be especially offered in a pyrosphere.

[0026]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained, referring to a drawing suitably.

[0027] (1) Oscillator-circuit 1A concerning the 1st operation gestalt of 1st operation gestalt this invention is constituted by connecting a tank circuit to the conventional VCSO. Drawing 1 is the block diagram showing an example of the concrete configuration of this oscillator-circuit 1A. Oscillator-circuit 1A consists of amplifier 11 and 12, phase-shifting circuit 13A which adjusts the amount of phase shifts within the oscillation loop mentioned later, a SAW resonator 14, and a tank circuit 15. And the positive feedback oscillation loop is formed of amplifier 11, phase-shifting circuit 13A, the SAW resonator 14, and the tank circuit 15.

[0028] A tank circuit 15 gives gain alternatively to desired frequency by taking a resonance circuit configuration. Namely, a tank circuit 15 chooses from the criteria oscillation signal by the SAW resonator 14 the signal SQ which has frequency f_0 , and supplies it to amplifier 11.

[0029] Phase-shifting circuit 13A performs phase adjustment for satisfying the phase conditions of oscillator-circuit 1A, and adjusts the amount of phase shifts of the phase of an output signal SQ according to the inputted control voltage V_c .

[0030] Amplifier 11 and 12 amplifies and outputs the inputted output signal SQ to predetermined level. Here, in order that amplifier 11 may maintain an oscillation, gain is set up so that the gain of a positive feedback oscillation loop may become one or more. Moreover, amplifier 12 is formed in order to reduce the effect of [between a positive feedback oscillation loop and an output], and it can also be omitted.

[0031] Here, the tank circuit 15 of this operation gestalt takes the configuration which carried out parallel connection of the NTC (Negative Temperature Coefficient) thermistor RT to the capacitive element Cd and the inductance element Ld, an end is connected to a positive feedback oscillation loop, and the other end is grounded. Hereafter, this tank circuit 15 is explained.

[0032] NTC thermistor RT has the negative temperature property that resistance becomes low, so that temperature is high, as the temperature characteristic of the resistance R is shown in drawing 2 . In addition, in this drawing, an axis of ordinate (resistance R) is a LOG scale.

[0033] Drawing 3 is drawing showing each frequency-transfer phase characteristic at the time of changing the resistance R of NTC thermistor RT of this tank circuit 15. As an arrow head shows to this drawing, a frequency-transfer phase characteristic changes to a property which was rotated in the counterclockwise direction focusing on the resonance frequency FA of this tank circuit 15, so that resistance R is small. A frequency-transfer phase characteristic approaches a flat property and change of the amount of phase transfer to frequency change becomes small, so that in other words resistance R is small.

[0034] Moreover, drawing 4 is drawing showing the temperature-transfer phase characteristic in the frequency F1 (refer to drawing 3) of arbitration higher than the resonance frequency FA of this tank circuit 15. As shown in drawing 4 , when a tank circuit 15 has a low temperature, when temperature is high, the variation of the transfer phase by the temperature change becomes large to a thing with the small variation of the transfer phase by the temperature change. That is, specifically, this tank circuit 15 will have the field where frequency is high, and the property that the variation of a transfer phase when temperature is high is large, in the field where frequency is higher than resonance frequency FA as compared with the case where temperature is low.

[0035] As shown in drawing 21 , for this reason, in the conventional VCSO When the high field Vc, i.e., control voltage, is large, the sensitivity of frequency change has the small oscillation frequency F. Oscillator-circuit 1A which requires the oscillation frequency F for this operation gestalt to the sensitivity of frequency change having been large when the low field Vc, i.e., control voltage, was small Since variation of the transfer phase in the field where frequency is high can be enlarged by the tank circuit 15, the oscillation frequency F can enlarge sensitivity of frequency change, even when high.

[0036] Therefore, as the property of the control voltage Vc-oscillation frequency F of oscillator-circuit 1A is shown in drawing 5 , oscillator-circuit 1A can make sensitivity of the frequency change to control voltage Vc almost the same as the case of other temperature regions, even if temperature is high. Moreover, since change of the amount of phase transfer to frequency change can be made small so that the resistance R of NTC thermistor RT is made small when temperature and control voltage Vc are fixed as mentioned above (refer to drawing 3), as the temperature characteristic of the oscillation frequency F of oscillator-circuit 1A is shown in drawing 6 , the temperature change of the oscillation frequency F can be reduced in a large temperature requirement. As compared with the conventional temperature characteristic especially shown in drawing 19 , it becomes possible to reduce the temperature change in a pyrosphere sharply.

[0037] According to oscillator-circuit 1A concerning this operation gestalt, by having used the tank circuit

15 which carried out parallel connection of NTC thermistor R_T , the property of the control voltage V_c -oscillation frequency F in a large temperature requirement, especially a pyrosphere can be improved, and the temperature change of the oscillation frequency F can be reduced so that clearly from the above description.

[0038] In addition, the phase adjustment of the positive feedback oscillation loop of this oscillator-circuit 1A can perform the electrode of the capacitor of the capacitive element C_d of a tank circuit 15 by adjusting capacity value by laser trimming etc.

[0039] Moreover, this invention is applicable not only to oscillator-circuit 1A of the above-mentioned configuration but various oscillator circuits. For example, drawing 7 is a block diagram at the time of applying this invention to oscillator-circuit 1B which could be made to carry out armature-voltage control of the amount of phase shifts by applying a voltage-controlled phase-shifting circuit to phase-shifting circuit 13A.

[0040] Moreover, in above-mentioned oscillator-circuit 1A, the location of each circuit in a positive feedback oscillation loop and an element can be changed to arbitration. For example, as shown in drawing 8, the SAW resonator 14 and a tank circuit 15 may be replaced in a positive feedback oscillation loop.

[0041] (2) The point that oscillator-circuit 2A concerning the 2nd operation gestalt of the 2nd operation gestalt differs from oscillator-circuit 1A concerning the 1st operation gestalt greatly is a point which is using the differential amplifier (henceforth the ECL differential amplifier) which used the ECL (emitter coupled logic) line receiver. About the same configuration as oscillator-circuit 1A concerning the 1st operation gestalt, the same sign is attached and shown hereafter, and detailed explanation is omitted.

[0042] Drawing 9 is the block diagram showing the configuration of oscillator-circuit 2A concerning the 2nd operation gestalt. Oscillator-circuit 2A consists of the ECL differential amplifier 21-23, a switching circuit 24, phase-shifting circuit 13B that adjusts the amount of phase shifts, a SAW resonator 14, and a tank circuit 15. Moreover, bias voltage V_{BB} is supplied to the inversed input terminal D12 of the ECL differential amplifier 21 from the exterior. And the positive feedback oscillation loop is formed of the ECL differential amplifier 21 and 23, a switching circuit 24, phase-shifting circuit 13B, the SAW resonator 14, and the tank circuit 15.

[0043] In addition, although bias voltage V_{BB} was supplied to the inversed input terminal D12 of the ECL differential amplifier 21 and the positive feedback oscillation loop was considered as the configuration linked to a non-inversed input terminal D11, bias voltage V_{BB} may be supplied to the non-inversed input terminal D11 of the ECL differential amplifier 21, and a positive feedback oscillation loop may be connected with an inversed input terminal D12.

[0044] It is the differential amplifier which has the differential output of a noninverting output and a reversal output, it is a low power, and the ECL differential amplifier 21-23 is used in order high-speed operation like a high-frequency oscillator is suitable for a required circuit and to change the acquired output signal into the electric level used with the ECL differential amplifier 21-23.

[0045] Although a tank circuit 15 is the same configuration as the tank circuit 15 of the 1st operation gestalt, the points connected between the non-inversed input terminal D11 of the ECL differential amplifier 21 and an inversed input terminal D12 differ.

[0046] The reference signal S_Q of frequency f_0 is supplied to a non-inversed input terminal D11 and an inversed input terminal D12 through a tank circuit 15, and, as for the ECL differential amplifier 21, bias voltage V_{BB} is further supplied to an inversed input terminal D12. Thereby, the ECL differential

amplifier 21 is the signal which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the reversal output terminal Q12, and outputs the signal with which phases differ 180 degrees while it amplifies and outputs a reference signal SQ to predetermined level from the noninverting output terminal Q11 by carrying out the differential amplifier of the signal inputted into each input terminals D11 and D12.

[0047] The signal outputted from each output terminals Q11 and Q12 of the ECL differential amplifier 21 the ECL differential amplifier 23 by supplying the non-inversed input terminal D31 and inversed input terminal D32 of the ECL differential amplifier 23, respectively While outputting the signal SQ1 which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the noninverting output terminal Q31, it is the signal which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the reversal output terminal Q32, and the signal SQ2 with which phases differ 180 degrees is outputted. Similarly the signal outputted from each output terminals Q11 and Q12 of the ECL differential amplifier 21 the ECL differential amplifier 22 by supplying the non-inversed input terminal D21 and inversed input terminal D22 of the ECL differential amplifier 23, respectively While outputting amplification comb ***** OUT+ for a reference signal SQ to predetermined level from the noninverting output terminal Q21, it is the signal which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the reversal output terminal Q22, and output signal OUT- from which a phase differs 180 degrees is outputted. In addition, the ECL differential amplifier 22 and 23 is formed in order to reduce the effect of [between a positive feedback oscillation loop and an output], and these [its] are possible also for omitting.

[0048] A switching circuit 24 is a circuit for choosing the signal which there are few amounts of phase shifts of phase-shifting circuit 13B among the reference signals SQ1 and SQ2 with which the phases outputted from the ECL differential amplifier 23 differ 180 degrees, and ends. If it explains in more detail, a switching circuit 24 will choose the reference signal SQ passed to a positive feedback oscillation loop by connecting with either and the selection target of the node P1 connected to the noninverting output terminal Q31 of the ECL differential amplifier 23, or the node P2 connected to the reversal output terminal Q32 of the ECL differential amplifier 23. For this reason, the amount of phase shifts of phase-shifting circuit 13B is small, ends, and can simplify the circuitry of phase-shifting circuit 13B. When selection of a node P1 and a node P2 is known, a switching circuit 24 can be omitted [in / with a natural thing / a circuit design phase].

[0049] Moreover, although the thing of the suitable amount of phase shifts is chosen according to the oscillation frequency F of the SAW resonator 14, and the configuration of passive circuit elements, even if phase-shifting circuit 13B changes the SAW resonator 14, since modification of the amount of phase shifts ends small, it can use the circuit pattern almost same also about two or more kinds of SAW resonators, and the simplification of it on layout is attained.

[0050] In addition, when the oscillation frequency F and the passive-circuit-elements configuration of the SAW resonator 14 are immobilization, phase-shifting circuit 13B may be omitted, and the circuit pattern which connects a positive feedback oscillation loop about the signal of arbitration between two signals SQ1 and SQ2 outputted from the differential amplifier 23 may be created. In this case, it replaces with a switching circuit 24 and you may make it connect with either a node P1 or the node P2 too hastily by wirebonding etc.

[0051] Therefore, also in oscillator-circuit 2A which used the ECL differential amplifier 21-23, by using the tank circuit 15 which carried out parallel connection of NTC thermistor RT, the oscillation frequency

F can enlarge sensitivity of frequency change, even when high, and it can make sensitivity of the frequency change to control voltage V_c almost the same in a large temperature requirement.

[0052] Moreover, since change of the amount of phase transfer to frequency change can be made small so that the resistance R of NTC thermistor R_T is made small when temperature and control voltage V_c are fixed (refer to drawing 3), especially, the temperature change in a pyrosphere can be reduced sharply and the temperature change of the oscillation frequency F can be reduced in a large temperature requirement. Moreover, by having inserted the tank circuit 15, gain can be alternatively given to the ECL differential amplifier 21, and an abnormality oscillation can be prevented.

[0053] By this, also in oscillator-circuit 2A which used the ECL differential amplifier 21-23, the property of the control voltage V_c -oscillation frequency F in a large temperature requirement, especially a pyrosphere can be improved, and the temperature change of the oscillation frequency F can be reduced.

[0054] Moreover, in above-mentioned oscillator-circuit 2A, the location of each circuit in a positive feedback oscillation loop and an element can be changed to arbitration. For example, as shown in drawing 10, the SAW resonator 14 and a tank circuit 15 may be replaced in a positive feedback oscillation loop. In this case, it is required to insert the impedance Z_d of arbitration so that the potential difference may arise between the non-inversed input terminal D11 of the differential amplifier 21, and an inversed input terminal D12.

[0055] (3) In the 3rd operation gestalt above-mentioned operation gestalt, although the case where the temperature characteristic of the oscillation frequency F was improved by using the tank circuit 15 which carried out parallel connection of NTC thermistor R_T was described, this operation gestalt explains the oscillator circuit which has improved the temperature characteristic of the oscillation frequency F by other methods.

[0056] Drawing 11 is the block diagram showing the configuration of oscillator-circuit 3A concerning the 3rd operation gestalt. Oscillator-circuit 3A consists of the SAW resonator 31, differential amplifier 32-34, a switching circuit 36, a phase-shifting circuit 37, and a tank circuit 38. And the positive feedback oscillation loop is formed of differential amplifier 32 and 34, the switching circuit 36, the phase-shifting circuit 37, the SAW resonator 31, and the tank circuit 38.

[0057] A tank circuit 38 gives gain alternatively to desired frequency by taking the resonance circuit configuration which consists of a capacitive element 40 and an inductance element 41. Here, a tank circuit 38 chooses from the criteria oscillation signal by the SAW resonator 31 the reference signal SQ which has frequency f_0 , and outputs it to the differential amplifier 32.

[0058] The reference signal SQ with which the differential amplifier 32 flows a positive feedback oscillation loop is supplied to a non-inversed input terminal D11 and an inversed input terminal D12 through a tank circuit 38, and bias voltage V_{BB} is further supplied to an inversed input terminal D12. Thereby, the differential amplifier 32 is the signal which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the reversal output terminal Q12, and outputs the signal with which phases differ 180 degrees while it amplifies and outputs a reference signal SQ to predetermined level from the noninverting output terminal Q11 by carrying out the differential amplifier of the signal inputted into each input terminal.

[0059] The differential amplifier 34 is the signal which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the reversal output terminal Q32, and outputs the signal SQ_2 of the signal with which phases differ 180 degrees while it outputs the signal SQ_1 which amplified the reference signal SQ

on predetermined level from the noninverting output terminal Q31 by supplying the signal outputted from each output terminals Q11 and Q12 of the differential amplifier 32, respectively to a non-inversed input terminal D31 and an inversed input terminal D32. the signal with which similarly the differential amplifier 33 was outputted from each output terminals Q11 and Q12 of the differential amplifier 32 -- a non-inversed input terminal D21 and an inversed input terminal D22 -- respectively -- supply ***** -- while outputting output signal OUT+ which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the non-inversed input terminal Q21 by things, it is the signal which amplified the reference signal SQ on predetermined level from the reversal output terminal Q22, and output signal OUT- from which a phase differs 180 degrees is outputted. In addition, differential amplifier 33 and 34 is formed in order to reduce the effect of [between a positive feedback oscillation loop and an output], and these [its] are possible also for omitting.

[0060] A switching circuit 36 is a circuit for choosing the signal which there are few amounts of phase shifts of a phase-shifting circuit 37 among the reference signals SQ1 and SQ2 with which the phases outputted from the differential amplifier 34 differ 180 degrees, and ends. If it explains in more detail, a switching circuit 36 will choose the reference signal SQ passed to a positive feedback oscillation loop by connecting with either and the selection target of the node P1 connected to the noninverting output terminal Q31 of the differential amplifier 34, or the node P2 connected to the reversal output terminal Q32 of the differential amplifier 34.

[0061] A phase-shifting circuit 37 performs phase adjustment for satisfying the phase conditions of oscillator-circuit 3A, and adjusts the amount of phase shifts of the phase of the output signal SQ inputted according to the inputted control voltage Vc. As mentioned above, since oscillator 3A concerning this operation gestalt chooses the signal which there are few amounts of phase shifts of a phase-shifting circuit 37 among the reference signals SQ1 and SQ2 with which phases differ, and ends, its amount of phase shifts of a phase-shifting circuit 37 is small, it ends, and can simplify the circuitry of a phase-shifting circuit 37.

[0062] Moreover, although the thing of the suitable amount of phase shifts is chosen according to the oscillation frequency F of the SAW resonator 31, and the configuration of passive circuit elements, even if a phase-shifting circuit 37 changes the SAW resonator 31, since modification of the amount of phase shifts ends small, the circuit pattern almost same also about two or more kinds of SAW resonators can be used for it, and the simplification of it on layout is attained.

[0063] In addition, when the frequency and the passive-circuit-elements configuration of the SAW resonator 31 are immobilization, a phase-shifting circuit 37 may be omitted, and the circuit pattern which connects a positive feedback oscillation loop about the signal of arbitration between two signals SQ1 and SQ2 outputted from the differential amplifier 34 may be created. In this case, it replaces with a switching circuit 36 and you may make it connect with either a node P1 or the node P2 too hastily by wirebonding etc.

[0064] Moreover, oscillator-circuit 3A concerning this operation gestalt amends the temperature characteristic of the oscillation frequency F of the SAW resonator 31 by using the capacitive element which has the predetermined capacity temperature characteristic for the capacitive element 40 of a tank circuit 38. Hereafter, the capacitive element 40 of this tank circuit 38 is explained.

[0065] Drawing 12 is drawing showing the temperature characteristic of the oscillation frequency F of the SAW resonator 31. The SAW resonator 31 has the secondary frequency temperature characteristic which

can be approximated by the quadratic curve like the tuning fork mold quartz resonator X. Here, when the frequency top-most-vertices temperature T_0 from which the maximum frequency of the SAW resonator 31 is obtained differs from the top-most-vertices temperature from which the capacity of the capacitive element 40 of a tank circuit 38 serves as max greatly, temperature compensation can serve as overcompensation or lack of compensation at an elevated-temperature [of a compensation temperature range], or low temperature side.

[0066] For this reason, with this operation gestalt, as the capacity temperature characteristic of a capacitive element 40 is shown in drawing 13 , in the case of the frequency top-most-vertices temperature T_0 of the SAW resonator 31, as a capacitive element 40, the capacitive element which has the secondary capacity temperature characteristic from which capacity serves as max is used, so that a compensation effect may become max. In addition, a capacitive element 40 can acquire the desired capacity temperature characteristic by moving the Curie point temperature of 120 degrees C which is the temperature which shows the maximum capacity value of BaTiO_3 to the frequency top-most-vertices temperature T_0 with other elements, BaSnO_3 , CaSnO_3 , BaSnO_3 , BaZrO_3 , BrTiO_3 , etc., and using the phase transformation in Curie point temperature; when BaTiO_3 is used as a principal component. [for example,]

[0067] Drawing 14 is the characteristic curve sheet showing the characteristic curve L2 which shows the characteristic curve L1 which shows the capacity calcium of the capacitive element 40 of a tank circuit 38, and relation with the oscillation frequency F (frequency deviation df/f_0), the capacity of the capacitive element C_b at the time of using one capacitor as an example of a phase-shifting circuit 37, and relation with the oscillation frequency F (frequency deviation df/f_0).

[0068] as compared with the capacity variation dC_b of the capacitive element C_b by which direct continuation was carried out to the positive feedback oscillation loop, the capacity variation dC_a of a capacitive element 40 required as shown in this drawing, when only the specified quantity (f_2-f_1) changes the oscillation frequency F is boiled markedly; and it turns out that it may be few. In this drawing, it turns out that the capacity variation dC_a is good at about $1/4$ or less [of the capacity variation dC_b].

[0069] Therefore, in this oscillator-circuit 3A, since the temperature characteristic of the capacity of the capacitive element 40 of a tank circuit 38 amended the temperature characteristic of the oscillation frequency F of the SAW resonator 31, as compared with the case where the temperature characteristic of the capacity value of the capacitive element C_b by which direct continuation was carried out to the positive feedback oscillation loop amends, the large amount of amendments of the temperature characteristic of the oscillation frequency F can be taken. Consequently, as the temperature characteristic before amendment of the oscillation frequency F of an oscillator 30 and the temperature characteristic after amendment are shown in drawing 15 , the temperature change of the oscillation frequency F of the SAW resonator 31 can be reduced in a large temperature requirement.

[0070] Thereby, when oscillator-circuit 3A amends the temperature characteristic of the SAW resonator 31 by the temperature characteristic of the capacitive element C_b by which direct continuation was carried out to the conventional positive feedback oscillation loop, also in the low temperature and the hot temperature requirement whose amount of amendments was inadequate, it becomes possible to satisfy the frequency stability (for example, 10.0×10^{-6}) needed of it.

[0071] In addition, the value of the inductance element of a tank circuit 38 can adjust the variation of the oscillation frequency F to capacity change of this capacitive element 40, i.e., sensitivity settling of the

oscillation frequency F.

[0072] If it is made the capacitive element which has the temperature characteristic which described above the capacitive element 40 of a tank circuit 38 according to the frequency temperature characteristic of the SAW resonator 31 according to oscillator circuit 3A concerning this operation gestalt so that clearly from the above description, the frequency temperature characteristic of the SAW resonator 31 can be amended simply in a large temperature requirement. Moreover, since an element number does not increase, either, a mounting space is small and ends, and the miniaturization of an oscillator 30 is also possible.

[0073] (4) The oscillator circuits 1A, 1B, 2A, and 3A concerning each operation gestalt which carried out the 4th operation gestalt **** are applicable to various communication equipment. This operation gestalt explains the optical interface module 50 as communication equipment which used the oscillator circuits 1A-3A concerning this invention.

[0074] Drawing 16 is the block diagram showing the outline configuration of the optical interface module 50. Between for example, the computer for servers, and an optical network, this optical interface module 50 performs signal transformation of a lightwave signal and an electrical signal, and performs signal transformation of a 10.3125Gbps lightwave signal and a 3.125Gbps electrical signal (four lines) here.

[0075] The electrical and electric equipment / optical transducer 51 changes into a lightwave signal the electrical signal outputted from the P/S (parallel/serial) transducer 52, and outputs it to an optical network side. Light / electric transducer 53 changes into an electrical signal the lightwave signal outputted from the optical network side, and outputs it to the S/P (serial/parallel) transducer 54.

[0076] Either of the above-mentioned oscillator circuits 1A-3A is applied, and oscillator circuits 60 and 61 are not based on ambient temperature, but output the clock signal of constant frequency. And each clock signal is used for the S/P transducer 56 of 3.215GGbps(es) connected through the bit code translation section 55 as a reference signal and the P/S transducer 57, the P/S transducer 52 of 10.3125Gps, and each part of the S/P transducer 54.

[0077] Thus, by using the oscillator circuits 1A-3A concerning each operation gestalt for the optical interface module 50, it is not influenced by ambient temperature but it becomes possible to perform data transfer through the stable optical network in a pyrosphere especially.

[0078] (5) The modification invention in this application can be carried out not only in the operation gestalt mentioned above but in various modes. For example, the following deformation implementation is possible.

[0079] Although each operation gestalt mentioned above described the case where the source of an oscillation applied this invention to the oscillator circuit of a SAW resonator, the source of an oscillation can apply also to the oscillator circuit of an AT cut mold quartz resonator. Moreover, a temperature-compensation circuit may be connected to the oscillator circuit of this invention, and TCSC and TCXO may be constituted. In addition, about the piezoelectric material which constitutes piezo resonators, such as vibrator and a SAW resonator, other piezoelectric material, such as others, langasite, a tetraboric acid lithium (Lithium Tetra Borate), etc., may be used. [Xtal]

[0080] The 3rd operation gestalt mentioned above described the case where the capacitive element which has the secondary capacity temperature characteristic from which capacity becomes max at the frequency top-most-vertices temperature T0 as a capacitive element 40 of a tank circuit 38 was used. Curie point temperature should just be about frequency top-most-vertices temperature T0 that this

invention should just use the capacitative element which has not only this but the capacity temperature characteristic from which capacity becomes max in short about frequency top-most-vertices temperature T_0 .

[0081] Moreover, what is necessary is just to have the capacity temperature characteristic which has responded to the amount of amendments to need and a gap or one or more capacitative elements mentioned above, although many amounts of amendments can be taken if it has the capacity temperature characteristic which all the capacitative elements mentioned above when it has two or more capacitative elements in the tank circuit 38.

[0082]

[Effect of the Invention] As mentioned above, by using the tank circuit which carried out parallel connection of the NTC thermistor, the oscillator circuit by this invention can improve the property of a large temperature requirement, especially the control voltage-oscillation frequency in a pyrosphere, and can reduce the temperature change of oscillation frequency. Moreover, the temperature change of oscillation frequency can be reduced in a large temperature requirement by amending the temperature characteristic of the oscillation frequency of a resonator by the temperature characteristic of the capacitative element of a tank circuit. Moreover, since an element number does not increase, either, a mounting space is small, ends and can be miniaturized.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the oscillator circuit concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the characteristic curve sheet showing the temperature characteristic of the resistance of an NTC thermistor.

[Drawing 3] It is the characteristic curve sheet showing the frequency-transfer phase characteristic at the time of changing the resistance R of the NTC thermistor of a tank circuit.

[Drawing 4] It is the characteristic curve sheet showing the temperature-transfer phase characteristic in the frequency F1 higher than the resonance frequency FA of a tank circuit.

[Drawing 5] It is the characteristic curve sheet showing the relation of the control voltage Vc-oscillation frequency F of an oscillator circuit.

[Drawing 6] It is the characteristic curve sheet showing the temperature characteristic of the oscillation frequency F of an oscillator circuit.

[Drawing 7] It is the block diagram showing the modification of the oscillator circuit concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 8] It is the block diagram showing the modification of the oscillator circuit concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 9] It is the block diagram showing the configuration of the oscillator circuit concerning the 2nd operation gestalt.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the modification of the oscillator circuit concerning the 2nd operation gestalt.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the configuration of the oscillator circuit concerning the 3rd operation gestalt.

[Drawing 12] It is the characteristic curve sheet showing the temperature characteristic of the oscillation frequency F of a SAW resonator.

[Drawing 13] It is the characteristic curve sheet showing the capacity temperature characteristic of the capacitive element of a tank circuit.

[Drawing 14] It is drawing showing the characteristic curve L1 which shows the capacity of the capacitive element of a tank circuit, and relation with the oscillation frequency F, and the characteristic curve L2 which shows the capacity of the capacitive element by which direct continuation was carried out to the positive feedback oscillation loop, and relation with the oscillation frequency F.

[Drawing 15] It is the characteristic curve sheet showing the temperature characteristic before amendment of the oscillation frequency F, and the temperature characteristic after amendment.

[Drawing 16] It is the block diagram showing the outline configuration of an optical interface module.

[Drawing 17] It is the circuit diagram of the conventional VCSO.

[Drawing 18] It is the block diagram showing the configuration of the conventional VCSO.

[Drawing 19] It is the characteristic curve sheet showing the temperature characteristic of the oscillation frequency F of the conventional VCSO.

[Drawing 20] It is the characteristic curve sheet showing the relation of the control voltage Vc-oscillation frequency F of VCSO.

[Drawing 21] It is the characteristic curve sheet showing the relation between the oscillation frequency F of the conventional VCSO, and the sensitivity of a frequency drift.

[Drawing 22] It is the circuit diagram showing the configuration of the conventional TCSO.

[Drawing 23] It is the characteristic curve sheet showing the temperature characteristic of the oscillation frequency of a SAW resonator.

[Drawing 24] It is the characteristic curve sheet showing the capacity temperature characteristic of a capacitive element.

[Drawing 25] It is the characteristic curve sheet showing the temperature characteristic of the oscillation frequency of the SAW resonator after amendment.

[Description of Notations]

1A, 1B, 2A, and 3A ... an oscillator circuit, 11 and 12, and amplifier -- 13A, 13B 14 A phase-shifting circuit, 31 .. 15 A SAW resonator, 38 .. Tank circuit, 21, 22, 23 The ECL differential amplifier, 32, 33, 34 .. Differential amplifier, 24 36 A switching circuit, Cd, 40 .. A capacitive element Ld, 41 .. Inductance element, RT An NTC thermistor, VBB .. Criteria bias voltage, 50 .. An optical interface module, 51 [.. A S/P transducer, 55 / .. The bit code translation section, 56 / .. A S/P transducer, 57 / .. 60 A P/S transducer, 61 / .. An oscillator circuit, 100 / .. Temperature compensation SAW oscillator circuit (TCSO).] The electrical and electric equipment / optical transducer, 52 .. A P/S transducer, 53 .. Light / electric transducer, 54

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-198250

(P2003-198250A)

(43)公開日 平成15年7月11日(2003.7.11)

(51)Int.Cl.

H 0 3 B 5/30
5/04

識別記号

F I

H 0 3 B 5/30
5/04

テ-マ-ト*(参考)

F 5 J 0 7 9
F 5 J 0 8 1

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2002-209949(P2002-209949)

(22)出願日 平成14年7月18日(2002.7.18)

(31)優先権主張番号 特願2001-232458(P2001-232458)

(32)優先日 平成13年7月31日(2001.7.31)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願2001-317283(P2001-317283)

(32)優先日 平成13年10月15日(2001.10.15)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 小林 祥宏

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 今井 信行

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100098084

弁理士 川▲崎▼ 研二

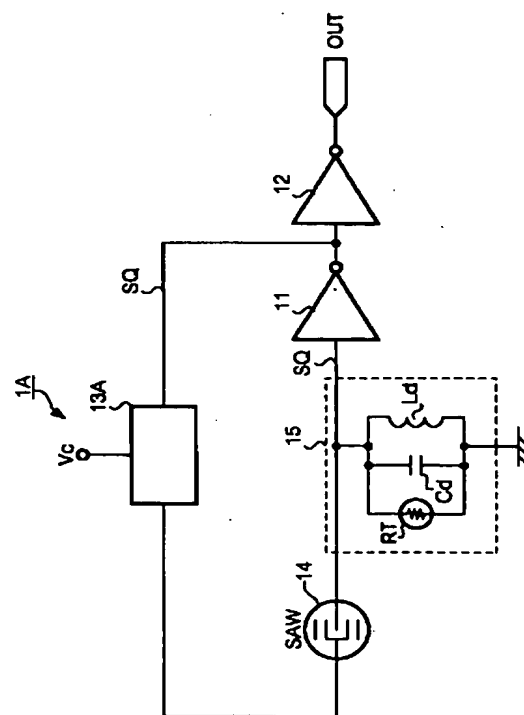
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発振回路およびこれを用いた電子機器

(57)【要約】

【課題】 広い温度範囲、特に高温域での温度特性を改善した発振回路を得る。

【解決手段】 発振回路において、増幅器と、所定の共振周波数を有するSAW共振子と、入力信号の位相を所定量ずらした出力信号として出力する移相回路と、インダクタンス素子と容量素子から成るタンク回路と、によって正帰還発振ループを構成し、タンク回路と並列に負の温度特性を有するNTCサーミスタを接続する。また、発振回路において、タンク回路の容量素子に、SAW共振子の二次周波数温度特性を補正する容量温度特性を有する容量素子を用いる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 増幅器と、所定の共振周波数を有するSAW共振子と、入力信号の位相を所定量ずらした出力信号として出力する移相回路と、インダクタンス素子と容量素子から成るタンク回路と、によって正帰還発振ループを構成し、

前記タンク回路と並列に負の温度特性を有するNTCサーミスタを接続したことを特徴とする発振回路。

【請求項2】 前記増幅器は、反転入力端子及び非反転入力端子を有し、前記反転入力端子及び前記非反転入力端子のうちいずれか一方にバイアス電圧が入力され、他方が前記正帰還発振ループの入力端として機能する差動増幅器であることを特徴とする請求項1に記載の発振回路。

【請求項3】 前記タンク回路は、前記差動増幅器の前記反転及び非反転入力端子の間に接続されることを特徴とする請求項2に記載の発振回路。

【請求項4】 増幅器と、二次周波数温度特性を有する振動子と、前記振動子を発振させる帰還増幅回路と、所望の周波数近傍において周波数選択性を持たせたタンク回路とを有する発振回路において、

前記タンク回路を構成する容量素子のいずれか1つ以上の容量素子は、前記振動子の二次周波数温度特性を補正する容量温度特性を有することを特徴とする発振回路。

【請求項5】 前記タンク回路を構成する容量素子のいずれか1つ以上の容量素子は、前記振動子の最大発振周波数が得られる温度近傍で最大容量となる容量温度特性を有することを特徴とする請求項4に記載の発振回路。

【請求項6】 前記発振回路は、さらに、当該発振回路の位相条件を満足させるために、正帰還発振ループに流れる基準信号の位相を所定量変化させて出力する移相回路を有することを特徴とする請求項4または5に記載の発振回路。

【請求項7】 前記移相回路は外部信号により移相量を調節することができることを特徴とする請求項1乃至3、または請求項6のいずれかに記載の発振回路。

【請求項8】 前記増幅器は、ECLラインレシーバを用いた差動増幅器であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の発振回路。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかに記載の発振回路を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発振回路およびこれを用いた電子機器に関し、特にSAW共振子の発振周波数の温度特性を補正した発振回路および電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】携帯電話などの通信機器においては、発振器の出力信号に基づいて通信データの送受信が行われ

る。このため、通信速度の高速化の要請から、発振器には、①高周波帯域で安定して発振すること（周波数安定度が高いこと）、②通信機器の実用温度範囲において安定して発振すること（温度補償されていること）が望まれている。

【0003】発振器の高周波発振のためのデバイスとして、SAW(Surface Acoustic Wave)共振子が注目されている。SAW共振子は、弾性体の表面付近にエネルギーが集中して伝播する性質を利用した共振子である。具体的には、SAW共振子は、圧電基板上にすだれ状の電極が配置され、各電極で励振された表面波を反射させて定在波を発生することによって、共振子として機能する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このSAW共振子を用いて高周波を発振する発振器には様々な問題がある。図17は、従来の電圧制御型SAW発振回路(Voltage Controlled SAW Oscillator:VCSSO)の回路図であり、図18は、このVCSSOに出力パッファを加えた構成を示すブロック図である。このVCSSOは、バリキャップダイオードCvに印加する制御電圧Vcを可変制御することによって、リアクタンスを可変させて発振ループの位相条件を変化させ、これにより、所望の発振周波数Fを得ることができるようにした回路である。

【0005】しかしながら、VCSSOは、①バリキャップダイオード容量の温度特性、特に、低逆電圧(容量値大)において変動が大きいことや、②能動素子の温度一位相特性や、③コイル、キャパシタ等受動部リアクタンス値の温度特性の影響から、温度によってVCSSOの発振周波数だけでなく、制御電圧Vc-発振周波数Fの特性が大きく変わってしまうという問題があった。

【0006】詳しく説明すると、図19にVCSSOの発振周波数Fの温度特性を示すように、高温(例えば85℃)になると発振周波数Fが大きく変化する場合があった。さらに、図20にVCSSOの制御電圧Vc-発振周波数Fの特性を示すように、特に、高温と低温の場合とで、制御電圧Vc-発振周波数Fの特性の変化が著しかった。このことは高温域での制御電圧Vcの制御が、他の温度域での制御の場合と大きく異なるため、制御が煩雑になるという問題を生じさせていた。

【0007】また、VCSSOは、図21に示すように、SAW共振子の直列共振周波数Fr付近を境にして、発振周波数Fが高い領域、即ち、制御電圧Vcが大きいときは周波数変化の感度は小さく、発振周波数Fが低い領域、即ち、制御電圧Vcが小さいときは周波数変化の感度は大きい、という特性になっていた。特に、この特性は、伸長コイルを使用してリアクタンス変化量に対する周波数可変感度を拡大した場合に顕著である。このため、発振周波数Fが高い場合と低い場合とでは制御電圧

3

Vcの可変量が大きく異なり、このことも制御が煩雑になるという問題を生じさせていた。

【0008】また、このように、従来のVCSOは、制御電圧Vc-発振周波数Fの特性がある温度範囲で大きく変わってしまうため、このVCSOを、光ネットワーク通信機器の周波数を同期させるPLL回路の一部を形成し基準クロック源として用いる場合、上記PLL回路を設計する上で、全温度域で適切なループ帯域に設計できないという問題があった。

【0009】さらに、従来、SAW共振子を用いた発振回路には、図22に示すように、抵抗101～104、サーミスタなどの感熱抵抗体105、106から構成される温度補償回路107を備え、温度補償回路107が周囲温度に応じてバリキャップダイオード109に印加する制御電圧を変化させ、発振周波数をほぼ一定に維持する温度補償型SAW発振回路(Temperature Compensated SAW Oscillator: TCSO)100がある。しかしながら、このTCSO100は、温度補償回路を有するため、回路規模が大きく、小型化が困難な問題があった。なお、図22に示すTCSO100の温度補償回路107以外の構成は、SAW共振子110、コンデンサ108、111、112、118、抵抗113、114、116、トランジスタ115、ツェナダイオード117である。

【0010】一方、温度補償回路107を用いて温度補償する方法の他に、SAW共振子の負荷容量として所定の容量温度特性を有する容量素子(コンデンサ)を用いることによって、SAW共振子の周波数温度特性を補正する方法がある。以下、容量温度特性を有する容量素子を用いてSAW共振子の周波数温度特性を補正する方法を説明する。

【0011】図23はSAW共振子の発振周波数の温度特性を示す図である。この図に示すように、SAW共振子の発振周波数の温度特性は、負の二次曲線でほぼ表すことができ、ある温度T0(以下、「周波数頂点温度T0」という。)で発振周波数が最も高くなり、それより温度が変わると発振周波数が低くなる特性を有している。一方、SAW共振子の発振周波数と負荷容量との間には反比例の関係があり、負荷容量が減少すれば発振周波数が上昇することとなる。

【0012】このSAW共振子の場合、容量温度特性を有する容量素子は、図24に示すように、周波数頂点温度T0の時に最大容量となる容量温度特性を有する容量素子を使用する。これによって、図25に示すように、SAW共振子の発振周波数の温度特性が周波数頂点温度T0を中心とする狭い温度範囲ではあるが、かかる温度範囲で発振周波数をほぼ一定周波数に補正することが可能である。

【0013】しかしながら、この方法は、周波数頂点温度T0を中心とする狭い温度範囲でしか周波数を一定に

4

維持できないため、周波数頂点温度T0から離れた高温および低温の温度では周波数が大きく変わってしまうという問題があった。

【0014】本発明は、上述された従来技術に介在する問題を解決するためになされたものであり、広い温度範囲、特に高温域での温度特性を改善した発振回路、この発振回路を用いた電子機器を提供することを目的としている。

【0015】

10 【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、増幅器と、所定の共振周波数を有するSAW共振子と、入力信号の位相を所定量ずらした出力信号として出力する移相回路と、インダクタンス素子と容量素子から成るタンク回路と、によって正帰還発振ループを構成し、前記タンク回路と並列に負の温度特性を有するNTCサーミスタを接続したことを特徴とする発振回路を提供する。

20 【0016】上記構成によれば、NTCサーミスタがタンク回路の高温域での位相補正量を大きくするように作用するので、帰還型のVCSOの周波数の温度特性が改善され、周囲の環境が高温になったとしても、周波数の安定した発振回路が得られるという効果を有する。

【0017】上記構成において、増幅器は、反転入力端子及び非反転入力端子を有し、前記反転入力端子及び前記非反転入力端子のうちいずれか一方にバイアス電圧が入力され、他方が前記正帰還発振ループの入力端として機能する差動増幅器であってもよい。

30 【0018】また、上記構成において、タンク回路は、差動増幅器の反転及び非反転入力端子の間に接続されることを特徴とする。

【0019】また、本発明は、増幅器と、二次周波数温度特性を有する振動子と、前記振動子を発振させる帰還増幅回路と、所望の周波数近傍において周波数選択性を持たせたタンク回路とを有する発振回路において、タンク回路を構成する容量素子のいずれか1つ以上の容量素子は、振動子の二次周波数温度特性を補正する容量温度特性を有することを特徴とする発振回路を提供する。

40 【0020】上記構成によれば、タンク回路を構成する容量素子の容量変化が与える振動子の周波数変化量は、他の容量素子の容量変化が与える振動子の周波数変化量に比して格段に大きいので、タンク回路を構成する容量素子が振動子の二次周波数温度特性を補正する容量温度特性を有することによって、振動子の二次周波数温度特性を広い温度範囲で補正することができる。

50 【0021】上記構成において、タンク回路を構成する容量素子のいずれか1つ以上の容量素子は、前記振動子の最大発振周波数が得られる温度近傍で最大容量となる容量温度特性を有することを特徴とする。これにより、高温もしくは低温の温度域において、温度補償が過補償もしくは補償不足になる場合を回避でき、最大の温度補

5

償効果を得ることができる。

【0022】また、上記構成において、発振回路は、さらに、当該発振回路の位相条件を満足させるために、正帰還発振ループに流れる基準信号の位相を所定量変化させて出力する移相回路を有するようにしてもよい。これにより、簡易に発振回路の位相条件を満足させることができる。

【0023】また、上記構成において、移相回路は、外部信号により移相量を調節することができる構成としてもよい。これにより、外部信号（例えば制御電圧 V_c ）によって、上記発振回路の発振周波数を任意に微調整することが可能となる。

【0024】また、上記構成において、増幅器は、ECLラインレシーバを用いた差動増幅器であることが高速動作および消費電力低減の点から好ましい。

【0025】また、これら発振回路を使用することにより、周囲温度に影響されず、特に、高温域において使用可能な電子機器、例えば、安定して光ネットワークを介したデータ授受を行うことができる光インターフェースモジュールを提供することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

【0027】（１） 第１実施形態

本発明の第１実施形態に係る発振回路１Ａは、従来のVCSOにタンク回路を接続することによって構成される。図１は、この発振回路１Ａの具体的な構成の一例を示すブロック図である。発振回路１Ａは、増幅器１１、１２と、後述する発振ループ内における移相量を調整する移相回路１３Ａと、SAW共振子１４と、タンク回路１５とから構成される。そして、増幅器１１、移相回路１３Ａ、SAW共振子１４およびタンク回路１５により正帰還発振ループが形成されている。

【0028】タンク回路１５は、共振回路構成を採ることによって、所望の周波数に選択的に利得を与えるものである。すなわち、タンク回路１５は、SAW共振子１４による基準発振信号から周波数 f_0 を有する信号SQを選択して増幅器１１に供給する。

【0029】移相回路１３Ａは、発振回路１Ａの位相条件を満足させるための位相調整を行うもので、入力した制御電圧 V_c に応じて出力信号SQの位相の移相量を調整する。

【0030】増幅器１１および１２は、入力した出力信号SQを所定レベルに増幅して出力する。ここで、増幅器１１は、発振を持続するために正帰還発振ループの利得が１以上になるように利得が設定される。また、増幅器１２は、正帰還発振ループおよび出力間の影響を低減するために設けられたものであり、省略することも可能である。

【0031】ここで、本実施形態のタンク回路１５は、

(4)

6

容量素子 C_d と、インダクタンス素子 L_d と、NTC (Negative Temperature Coefficient) サーミスタRTとを並列接続した構成を採り、一端が正帰還発振ループに接続され、他端が接地される。以下、このタンク回路１５について説明する。

【0032】NTCサーミスタRTは、図２にその抵抗値Rの温度特性を示すように、温度が高いほど抵抗値が低くなる負の温度特性を有している。なお、この図において、縦軸（抵抗値R）はLOGスケールである。

10 【0033】図３は、このタンク回路１５のNTCサーミスタRTの抵抗値Rを変化させた場合の各々の周波数－伝達位相特性を示す図である。同図に矢印にて示すように、周波数－伝達位相特性は、抵抗値Rが小さいほど、このタンク回路１５の共振周波数FAを中心に左回りに回転したような特性に変化する。言い換えれば、抵抗値Rが小さいほど、周波数－伝達位相特性は平坦な特性に近づき、周波数変化に対する位相伝達量の変化が小さくなる。

20 【0034】また、図４は、このタンク回路１５の共振周波数FAより高い任意の周波数F1（図３参照）での温度－伝達位相特性を示す図である。図４に示すように、タンク回路１５は、温度が低い場合は温度変化による伝達位相の変化量は小さいのに対し、温度が高い場合は温度変化による伝達位相の変化量が大きくなる。すなわち、このタンク回路１５は、周波数が高い領域、具体的には、共振周波数FAより周波数が高い領域では、温度が低い場合に比して、温度が高い場合の伝達位相の変化量が大きい、という特性を有することとなる。

30 【0035】このため、図２１に示したように、従来のVCSOでは、発振周波数Fが高い領域、即ち、制御電圧 V_c が大きいときは周波数変化の感度は小さく、発振周波数Fが低い領域、即ち、制御電圧 V_c が小さいときは周波数変化の感度は大きくなっていったのに対し、本実施形態に係る発振回路１Ａは、タンク回路１５によって周波数が高い領域での伝達位相の変化量を大きくすることができるため、発振周波数Fが高い場合でも周波数変化の感度を大きくすることができる。

40 【0036】したがって、図５に発振回路１Ａの制御電圧 V_c －発振周波数Fの特性を示すように、発振回路１Ａは、温度が高くても制御電圧 V_c に対する周波数変化の感度を他の温度域の場合とほぼ同じにすることができる。また、上述したように、温度と制御電圧 V_c とが一定の場合には、NTCサーミスタRTの抵抗値Rを小さくするほど、周波数変化に対する位相伝達量の変化を小さくできるため（図３参照）、図６に発振回路１Ａの発振周波数Fの温度特性を示すように、広い温度範囲で発振周波数Fの温度変化を低減することができる。特に、図１９に示した従来の温度特性と比較して、高温域での温度変化を大幅に低減することが可能となる。

50 【0037】以上の記述から明らかなように、本実施形

7

態に係る発振回路1 Aによれば、NTCサーミスタR Tを並列接続したタンク回路1 5を用いたことによって、広い温度範囲、特に高温域での制御電圧V c-発振周波数Fの特性を改善でき、かつ、発振周波数Fの温度変化を低減することができる。

【0038】なお、この発振回路1 Aの正帰還発振ループの位相調整は、タンク回路1 5の容量素子C dのキャパシタの電極をレーザートリミング等によって容量値を調整することによって行うことが可能である。

【0039】また、本発明は上記構成の発振回路1 Aに限らず、様々な発振回路に適用可能である。例えば、図7は、移相回路1 3 Aに電圧制御型移相回路を適用することによって、移相量を電圧制御できるようにした発振回路1 Bに本発明を適用した場合のブロック図である。

【0040】また、上述の発振回路1 Aにおいて、正帰還発振ループにおける各回路および素子の位置は任意に入れ替え可能である。例えば、図8に示すように、正帰還発振ループ内において、SAW共振子1 4とタンク回路1 5とを入れ替えてもよい。

【0041】(2) 第2実施形態

第2実施形態に係る発振回路2 Aが、第1実施形態に係る発振回路1 Aと大きく異なる点は、ECL(エミッタ結合論理)ラインレシーバを用いた差動増幅器(以下、ECL差動増幅器という。)を使用している点である。以下、第1実施形態に係る発振回路1 Aと同一の構成については同一の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。

【0042】図9は、第2実施形態に係る発振回路2 Aの構成を示すブロック図である。発振回路2 Aは、ECL差動増幅器2 1~2 3と、スイッチ回路2 4と、移相量を調整する移相回路1 3 Bと、SAW共振子1 4と、タンク回路1 5とから構成される。また、ECL差動増幅器2 1の反転入力端子D 1 2には、外部からバイアス電圧VBBが供給される。そして、ECL差動増幅器2 1、2 3、スイッチ回路2 4、移相回路1 3 B、SAW共振子1 4およびタンク回路1 5により正帰還発振ループが形成されている。

【0043】なお、バイアス電圧VBBをECL差動増幅器2 1の反転入力端子D 1 2に供給し、正帰還発振ループを非反転入力端子D 1 1に接続する構成としたが、バイアス電圧VBBをECL差動増幅器2 1の非反転入力端子D 1 1に供給し、正帰還発振ループを反転入力端子D 1 2と接続してもよい。

【0044】ECL差動増幅器2 1~2 3は、非反転出力および反転出力の差動出力を有する差動増幅器であり、低消費電力で、かつ、高周波発振器のような高速動作が必要な回路に適し、得られた出力信号をECL差動増幅器2 1~2 3で用いられる電気レベルに変換するために用いられる。

【0045】タンク回路1 5は、第1実施形態のタンク

(5)

8

回路1 5と同様の構成であるが、ECL差動増幅器2 1の非反転入力端子D 1 1および反転入力端子D 1 2の間に接続される点が異なる。

【0046】ECL差動増幅器2 1は、周波数f 0の基準信号SQがタンク回路1 5を介して非反転入力端子D 1 1と反転入力端子D 1 2に供給され、また、反転入力端子D 1 2にはさらにバイアス電圧VBBが供給される。これにより、ECL差動増幅器2 1は、各入力端子D 1 1、D 1 2に入力された信号を差動増幅することによって、非反転出力端子Q 1 1から基準信号SQを所定レベルに増幅して出力するとともに、反転出力端子Q 1 2から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号であって、位相が1 8 0度異なる信号を出力する。

【0047】ECL差動増幅器2 3は、ECL差動増幅器2 1の各出力端子Q 1 1およびQ 1 2から出力された信号が、ECL差動増幅器2 3の非反転入力端子D 3 1と反転入力端子D 3 2にそれぞれ供給されることにより、非反転出力端子Q 3 1から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号SQ 1を出力すると共に、反転出力端子Q 3 2から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号であって、位相が1 8 0度異なる信号SQ 2を出力する。同様に、ECL差動増幅器2 2は、ECL差動増幅器2 1の各出力端子Q 1 1およびQ 1 2から出力された信号が、ECL差動増幅器2 3の非反転入力端子D 2 1および反転入力端子D 2 2にそれぞれ供給されることにより、非反転出力端子Q 2 1から基準信号SQを所定レベルに増幅した出力信号OUT+を出力すると共に、反転出力端子Q 2 2から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号であって、位相が1 8 0度異なる出力信号OUT-を出力する。なお、ECL差動増幅器2 2および2 3は、正帰還発振ループおよび出力間の影響を低減するために設けられたものであり、これらは省略することも可能である。

【0048】スイッチ回路2 4は、ECL差動増幅器2 3から出力される位相が1 8 0度異なる基準信号SQ 1、SQ 2のうち、移相回路1 3 Bの移相量が少なくて済む信号を選択するための回路である。より詳しく説明すると、スイッチ回路2 4は、ECL差動増幅器2 3の非反転出力端子Q 3 1に接続されている接続点P 1、またはECL差動増幅器2 3の反転出力端子Q 3 2に接続されている接続点P 2のいずれかと選択的に接続することによって、正帰還発振ループに流す基準信号SQを選択する。このため、移相回路1 3 Bの移相量が小さくて済み、移相回路1 3 Bの回路構成を簡易にすることができる。当然のことながら、回路設計段階において、接続点P 1、接続点P 2の選択が既知である場合、スイッチ回路2 4は省略することが可能である。

【0049】また、移相回路1 3 Bは、SAW共振子1 4の発振周波数Fと回路部品の構成に応じて適切な移相量のものが選択されるが、SAW共振子1 4を変更して

9

も移相量の変更は小さくすむので、複数種類のSAW共振子についてもほぼ同一の回路パターンを使用することができ、設計上の簡略化が可能となる。

【0050】なお、SAW共振子14の発振周波数Fと回路部品構成が固定であるような場合においては、移相回路13Bを省略して、差動増幅器23から出力される2つの信号SQ1、SQ2のうち、任意の信号について正帰還発振ループを接続する回路パターンを作成してもよい。この場合、スイッチ回路24に代えて、ワイヤボンディングなどで接続点P1または接続点P2のいずれかと短絡するようにしてもよい。

【0051】したがって、ECL差動増幅器21~23を使用した発振回路2Aにおいても、NTCサーミスタRTを並列接続したタンク回路15を使用することによって、発振周波数Fが高い場合でも周波数変化の感度を大きくすることができ、制御電圧Vcに対する周波数変化の感度を広い温度範囲でほぼ同じにすることができる。

【0052】また、温度と制御電圧Vcとが一定の場合には、NTCサーミスタRTの抵抗値Rを小さくするほど、周波数変化に対する位相伝達量の変化を小さくできるため(図3参照)、特に、高温域での温度変化を大幅に低減することができ、広い温度範囲で発振周波数Fの温度変化を低減することができる。また、タンク回路15を挿入したことによって、ECL差動増幅器21に選択的にゲインを与え、異常発振を防止することができる。

【0053】これによって、ECL差動増幅器21~23を使用した発振回路2Aにおいても、広い温度範囲、特に高温域での制御電圧Vc-発振周波数Fの特性を改善でき、かつ、発振周波数Fの温度変化を低減することができる。

【0054】また、上述の発振回路2Aにおいて、正帰還発振ループにおける各回路および素子の位置は任意に入れ替え可能である。例えば、図10に示すように、正帰還発振ループ内において、SAW共振子14とタンク回路15とを入れ替えてもよい。この場合、差動増幅器21の非反転入力端子D11および反転入力端子D12間に電位差が生じるように、任意のインピーダンスZdを挿入することが必要である。

【0055】(3) 第3実施形態

上述の実施形態においては、NTCサーミスタRTを並列接続したタンク回路15を用いることによって、発振周波数Fの温度特性を改善する場合について述べたが、本実施形態では、他の方法によって発振周波数Fの温度特性を改善した発振回路を説明する。

【0056】図11は、第3実施形態に係る発振回路3Aの構成を示すブロック図である。発振回路3Aは、SAW共振子31と、差動増幅器32~34と、スイッチ回路36と、移相回路37と、タンク回路38とから構

(6)

10

成される。そして、差動増幅器32、34、スイッチ回路36、移相回路37、SAW共振子31およびタンク回路38により正帰還発振ループが形成されている。

【0057】タンク回路38は、容量素子40とインダクタンス素子41とからなる共振回路構成を採ることによって、所望の周波数に選択的に利得を与えるものである。ここでは、タンク回路38は、SAW共振子31による基準発振信号から周波数f0を有する基準信号SQを選択して差動増幅器32に出力する。

【0058】差動増幅器32は、正帰還発振ループを流れる基準信号SQがタンク回路38を介して非反転入力端子D11と反転入力端子D12とに供給され、また、反転入力端子D12にはさらにバイアス電圧VBBが供給される。これにより、差動増幅器32は、各入力端子に入力された信号を差動増幅することによって、非反転出力端子Q11から基準信号SQを所定レベルに増幅して出力するとともに、反転出力端子Q12から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号であって、位相が180度異なる信号を出力する。

【0059】差動増幅器34は、差動増幅器32の各出力端子Q11およびQ12から出力された信号が非反転入力端子D31と反転入力端子D32にそれぞれ供給されることにより、非反転出力端子Q31から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号SQ1を出力すると共に、反転出力端子Q32から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号であって、位相が180度異なる信号の信号SQ2を出力する。同様に、差動増幅器33は、差動増幅器32の各出力端子Q11およびQ12から出力された信号が非反転入力端子D21と反転入力端子D22にそれぞれ供給されることにより、非反転入力端子Q21から基準信号SQを所定レベルに増幅した出力信号OUT+を出力すると共に、反転出力端子Q22から基準信号SQを所定レベルに増幅した信号であって、位相が180度異なる出力信号OUT-を出力する。なお、差動増幅器33および34は、正帰還発振ループおよび出力間の影響を低減するために設けられたものであり、これらは省略することも可能である。

【0060】スイッチ回路36は、差動増幅器34から出力される位相が180度異なる基準信号SQ1、SQ2のうち、移相回路37の移相量が少なく済む信号を選択するための回路である。より詳しく説明すると、スイッチ回路36は、差動増幅器34の非反転出力端子Q31に接続されている接続点P1、または差動増幅器34の反転出力端子Q32に接続されている接続点P2のいずれかと選択的に接続することによって、正帰還発振ループに流す基準信号SQを選択する。

【0061】移相回路37は、発振回路3Aの位相条件を満足させるための位相調整を行うもので、入力した制御電圧Vcに応じて入力した出力信号SQの位相の移相量を調整する。上述したように、本実施形態に係る発振

(7)

11

器3Aは、位相の異なる基準信号SQ1、SQ2のうち、移相回路37の移相量が少なく済む信号を選択するため、移相回路37の移相量が小さくて済み、移相回路37の回路構成を簡易にすることができる。

【0062】また、移相回路37は、SAW共振子31の発振周波数Fと回路部品の構成に応じて適切な移相量のもので選択されるが、SAW共振子31を変更しても移相量の変更は小さくすむので、複数種類のSAW共振子についてもほぼ同一の回路パターンを使用することができ、設計上の簡略化が可能となる。

【0063】なお、SAW共振子31の周波数と回路部品構成が固定であるような場合においては、移相回路37を省略して、差動増幅器34から出力される2つの信号SQ1、SQ2のうち、任意の信号について正帰還発振ループを接続する回路パターンを作成してもよい。この場合、スイッチ回路36に代えて、ワイヤボンディングなどで接続点P1または接続点P2のいずれかと短絡するようにしてもよい。

【0064】また、本実施形態に係る発振回路3Aは、タンク回路38の容量素子40に所定の容量温度特性を有する容量素子を使用することによって、SAW共振子31の発振周波数Fの温度特性の補正を行う。以下、このタンク回路38の容量素子40について説明する。

【0065】図12は、SAW共振子31の発振周波数Fの温度特性を示す図である。SAW共振子31は、音叉型水晶振動子Xと同様に、二次曲線で近似可能な二次周波数温度特性を有している。ここで、SAW共振子31の最大周波数が得られる周波数頂点温度T0と、タンク回路38の容量素子40の容量が最大となる頂点温度が大きく異なる場合、補償温度範囲の高温側もしくは低温側において、温度補償が過補償もしくは補償不足となりうる。

【0066】このため、本実施形態では、補償効果が最大になるように、図13に容量素子40の容量温度特性を示すように、容量素子40としては、SAW共振子31の周波数頂点温度T0の場合に容量が最大となる二次容量温度特性を有する容量素子が使用される。なお、容量素子40は、BaTiO₃を主成分とした場合には、BaTiO₃の最大容量値を示す温度であるキュリー点温度120℃を他の元素、例えば、BaSnO₃、CaSnO₃、BaSnO₃、BaZrO₃、BrTiO₃などにより周波数頂点温度T0に移動し、キュリー点温度での相変態を利用することによって所望の容量温度特性を得ることが可能である。

【0067】図14は、タンク回路38の容量素子40の容量Caと発振周波数F（周波数偏差df/f0）との関係を示す特性曲線L1と、移相回路37の例として1個のコンデンサを使用した場合の容量素子Cbの容量と発振周波数F（周波数偏差df/f0）との関係を示す特性曲線L2とを示す特性曲線図である。

【0068】この図に示すように、発振周波数Fを所定

12

量(f2-f1)だけ変化させる場合に必要な容量素子40の容量変化量dCaは、正帰還発振ループに直接接続された容量素子Cbの容量変化量dCbに比して格段に少なくてもよいことが判る。この図においては、容量変化量dCaは、容量変化量dCbの約4分の1以下でよいことが判る。

【0069】したがって、この発振回路3Aにおいては、タンク回路38の容量素子40の容量の温度特性によってSAW共振子31の発振周波数Fの温度特性を補正するようにしたので、正帰還発振ループに直接接続された容量素子Cbの容量値の温度特性によって補正する場合に比して、発振周波数Fの温度特性の補正量を大きくとることができる。この結果、図15に、発振器30の発振周波数Fの補正前の温度特性と、補正後の温度特性を示すように、広い温度範囲でSAW共振子31の発振周波数Fの温度変化を低減することができる。

【0070】これにより、発振回路3Aは、従来の正帰還発振ループに直接接続された容量素子Cbの温度特性によってSAW共振子31の温度特性を補正する場合に補正量が不十分であった低温および高温の温度範囲においても、必要とされる周波数安定度（例えば、10.0×10⁻⁶）を満足させることが可能となる。

【0071】なお、この容量素子40の容量変化に対する発振周波数Fの変化量、つまり、発振周波数Fの感度調整は、タンク回路38のインダクタンス素子の値によって調整することができる。

【0072】以上の記述から明らかなように、本実施形態に係る発振回路3Aによれば、SAW共振子31の周波数温度特性に応じてタンク回路38の容量素子40を上記した温度特性を有する容量素子にすれば、SAW共振子31の周波数温度特性を広い温度範囲で簡易に補正することができる。また、素子数も増大しないので実装スペースが小さくて済み、発振器30の小型化も可能である。

【0073】(4) 第4実施形態

上述した各実施形態に係る発振回路1A、1B、2A、3Aは様々な通信機器に適用可能である。本実施形態では、本発明に係る発振回路1A～3Aを使用した通信機器として、光インターフェースモジュール50について説明する。

【0074】図16は、光インターフェースモジュール50の概要構成を示すブロック図である。この光インターフェースモジュール50は、例えば、サーバ用コンピュータと光ネットワークとの間で、光信号と電気信号との信号変換を行うものであり、ここでは、10.3125Gbpsの光信号と、3.125Gbpsの電気信号（4系統）との信号変換を行うものである。

【0075】電気／光変換部51は、P/S（パラレル／シリアル）変換部52から出力された電気信号を光信号に変換し、光ネットワーク側に出力する。光／電気変

13

換部53は、光ネットワーク側から出力された光信号を電気信号に変換しS/P（シリアル/パラレル）変換部54に出力する。

【0076】発振回路60および61は、上記した発振回路1A～3Aのいずれかが適用され、周囲温度によらず一定周波数のクロック信号を出力する。そして、各クロック信号が基準信号として、ビット符号変換部55を介して接続された3.215GbpsのS/P変換部56およびP/S変換部57、10.3125GbpsのP/S変換部52およびS/P変換部54の各部に用いられる。

【0077】このように、光インターフェースモジュール50に、各実施形態に係る発振回路1A～3Aを使用することにより、周囲温度に影響されず、特に、高温域において、安定した光ネットワークを介したデータ授受を行うことが可能となる。

【0078】（5）変形例

本願発明は、上述した実施形態に限らず種々の態様にて実施することができる。例えば、以下のような変形実施が可能である。

【0079】上述した各実施形態では、発振源がSAW共振子の発振回路に本発明を適用する場合について述べたが、発振源がATカット型水晶振動子の発振回路にも適用することができる。また、本発明の発振回路に温度補償回路を接続し、TCSSOやTCXOを構成してもよい。なお、振動子やSAW共振子等の圧電共振子を構成する圧電材料については、水晶の他、ランガサイトや四ほう酸リチウム（Lithium Tetra Borate）等の他の圧電材料を使用してもよい。

【0080】上述した第3実施形態では、タンク回路38の容量素子40として、周波数頂点温度T0で容量が最大になる二次容量温度特性を有する容量素子を用いる場合について述べた。本発明はこれに限らず、要は周波数頂点温度T0近傍で容量が最大になる容量温度特性を有する容量素子を用いればよく、キュリー点温度が周波数頂点温度T0近傍であればよい。

【0081】また、タンク回路38内に複数の容量素子を有している場合は、全ての容量素子が上述した容量温度特性を有すれば補正量を多くとることができるが、必要とする補正量に応じていずれか1つ以上の容量素子が上述した容量温度特性を有していればよい。

【0082】

【発明の効果】上述したように本発明による発振回路は、NTCサーミスタを並列接続したタンク回路を使用することにより、広い温度範囲、特に高温域での制御電圧－発振周波数の特性を改善でき、かつ、発振周波数の温度変化を低減することができる。また、タンク回路の容量素子の温度特性によって共振子の発振周波数の温度特性を補正することにより、広い温度範囲で発振周波数の温度変化を低減することができる。また、素子数も増

14

大しないので実装スペースが小さくて済み、小型化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る発振回路の構成を示すブロック図である。

【図2】 NTCサーミスタの抵抗値の温度特性を示す特性曲線図である。

【図3】 タンク回路のNTCサーミスタの抵抗値Rを変化させた場合の周波数－伝達位相特性を示す特性曲線図である。

【図4】 タンク回路の共振周波数FAより高い周波数F1での温度－伝達位相特性を示す特性曲線図である。

【図5】 発振回路の制御電圧Vc－発振周波数Fの関係を示す特性曲線図である。

【図6】 発振回路の発振周波数Fの温度特性を示す特性曲線図である。

【図7】 第1実施形態に係る発振回路の変形例を示すブロック図である。

【図8】 第1実施形態に係る発振回路の変形例を示すブロック図である。

【図9】 第2実施形態に係る発振回路の構成を示すブロック図である。

【図10】 第2実施形態に係る発振回路の変形例を示すブロック図である。

【図11】 第3実施形態に係る発振回路の構成を示すブロック図である。

【図12】 SAW共振子の発振周波数Fの温度特性を示す特性曲線図である。

【図13】 タンク回路の容量素子の容量温度特性を示す特性曲線図である。

【図14】 タンク回路の容量素子の容量と発振周波数Fとの関係を示す特性曲線L1と、正帰還発振ループに直接接続された容量素子の容量と発振周波数Fとの関係を示す特性曲線L2とを示す図である。

【図15】 発振周波数Fの補正前の温度特性と補正後の温度特性を示す特性曲線図である。

【図16】 光インターフェースモジュールの概要構成を示すブロック図である。

【図17】 従来のVCSSOの回路図である。

【図18】 従来のVCSSOの構成を示すブロック図である。

【図19】 従来のVCSSOの発振周波数Fの温度特性を示す特性曲線図である。

【図20】 VCSOの制御電圧Vc－発振周波数Fの関係を示す特性曲線図である。

【図21】 従来のVCSSOの発振周波数Fと周波数変動の感度の関係を示す特性曲線図である。

【図22】 従来のTCSSOの構成を示す回路図である。

【図23】 SAW共振子の発振周波数の温度特性を示

(9)

15

す特性曲線図である。

【図24】 容量素子の容量温度特性を示す特性曲線図である。

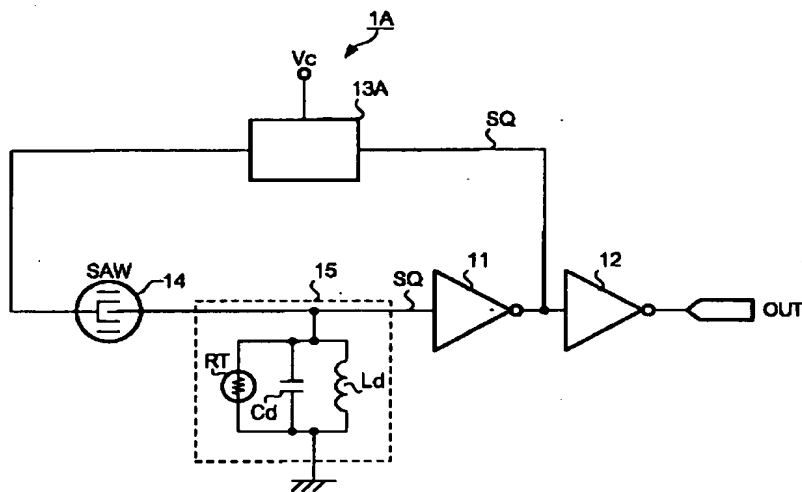
【図25】 補正後のSAW共振子の発振周波数の温度特性を示す特性曲線図である。

【符号の説明】

1A、1B、2A、3A…発振回路、11、12、…増幅器、13A、13B…移相回路、14、31…SAW共振子、15、38…タンク回路、21、22、23…ECL差動増幅器、32、33、34…

10

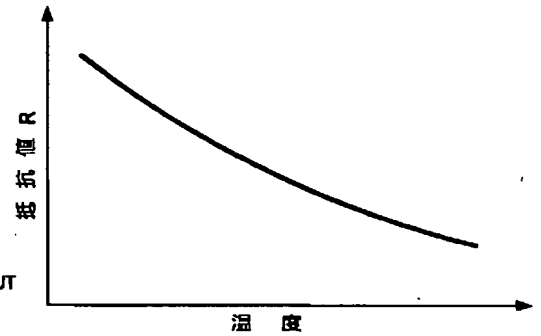
【図1】



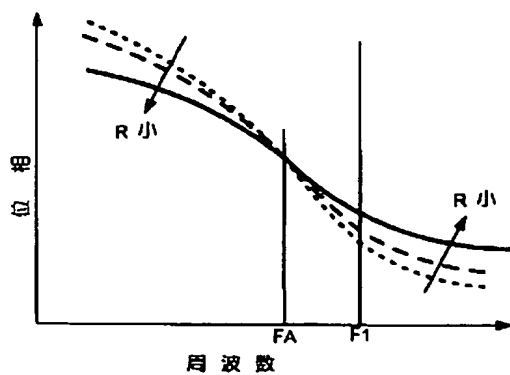
16

差動増幅器、24、36…スイッチ回路、Cd、40…容量素子Ld、41…インダクタンス素子、RT…NTCサーミスタ、VBB…基準バイアス電圧、50…光インターフェースモジュール、51…電気／光変換部、52…P／S変換部、53…光／電気変換部、54…S／P変換部、55…ビット符号変換部、56…S／P変換部、57…P／S変換部、60、61…発振回路、100…温度補償型SAW発振回路(TCSO)。

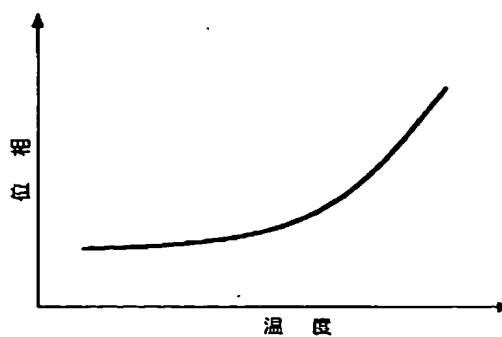
【図2】



【図3】

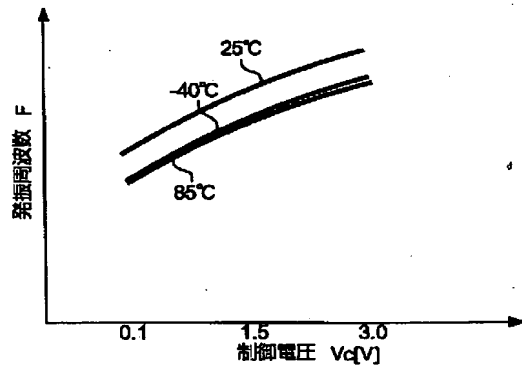


【図4】

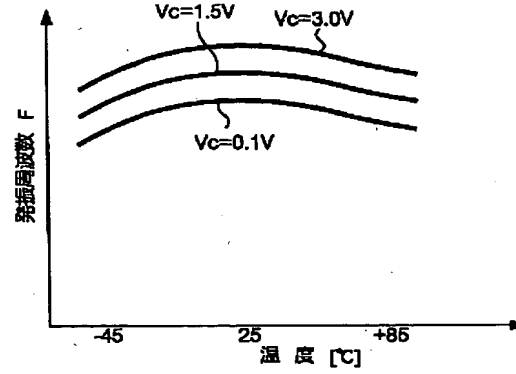


(10)

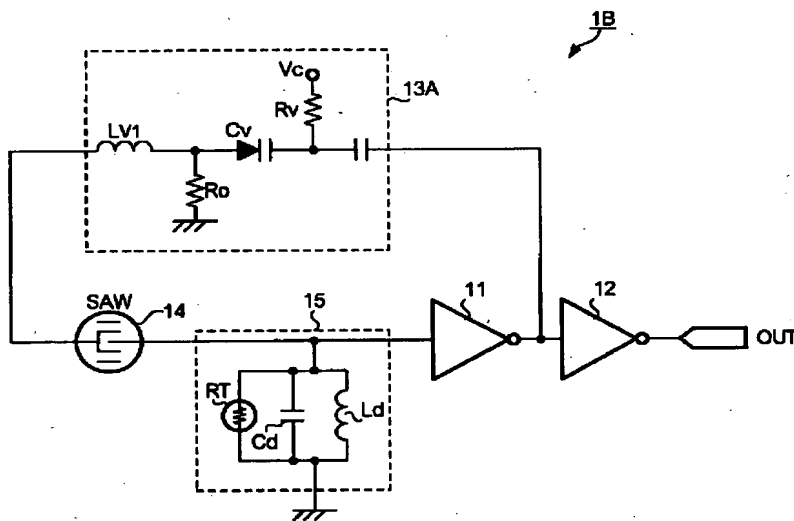
【図5】



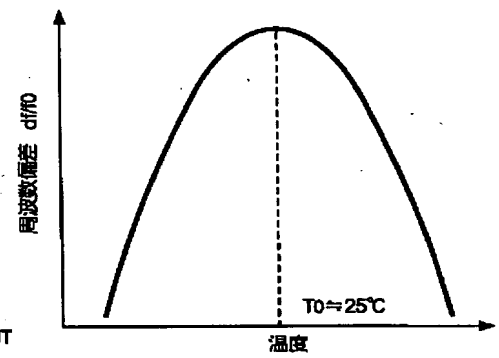
【図6】



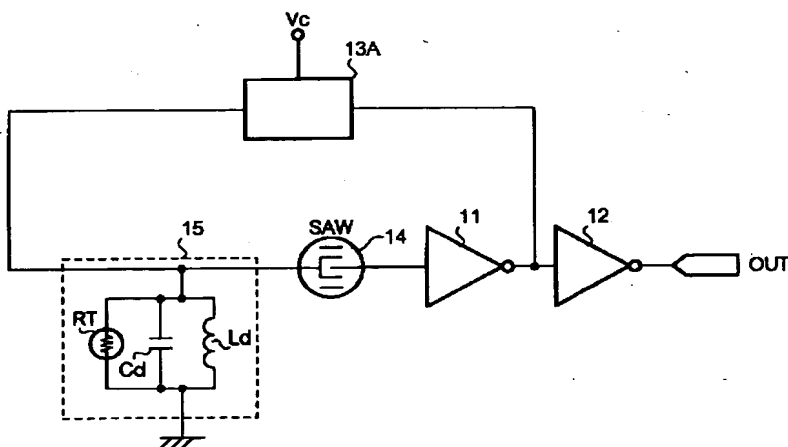
【図7】



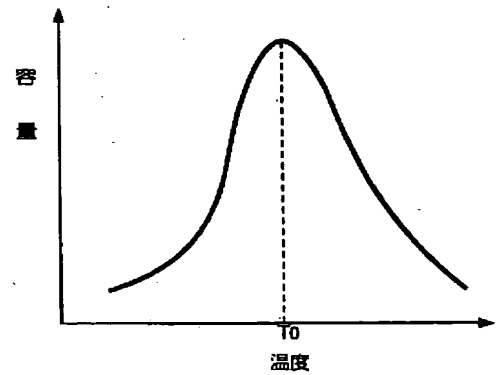
【図12】



【図8】

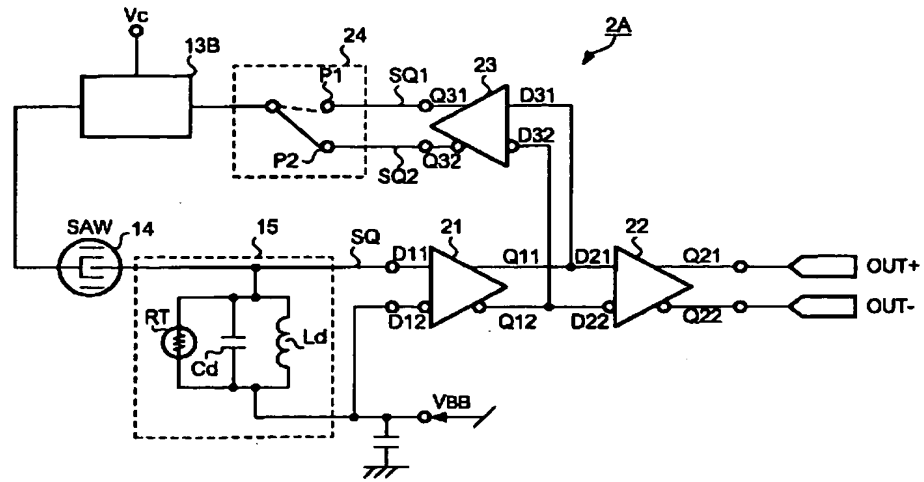


【図13】

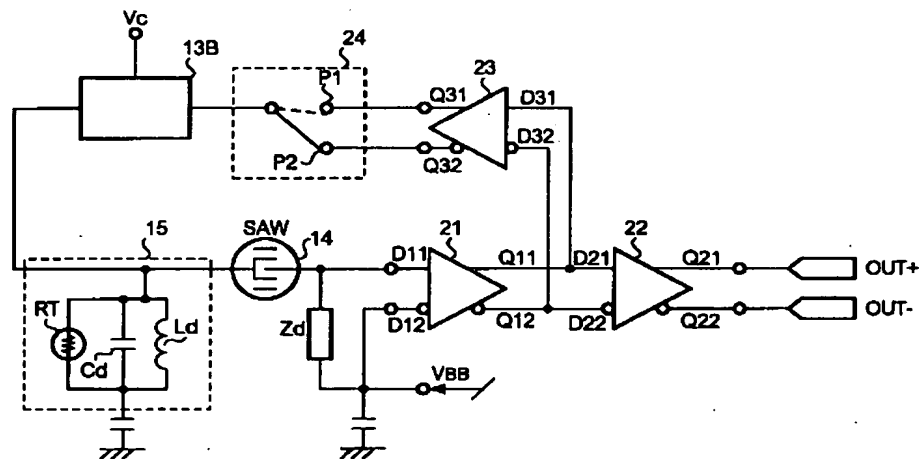


(11)

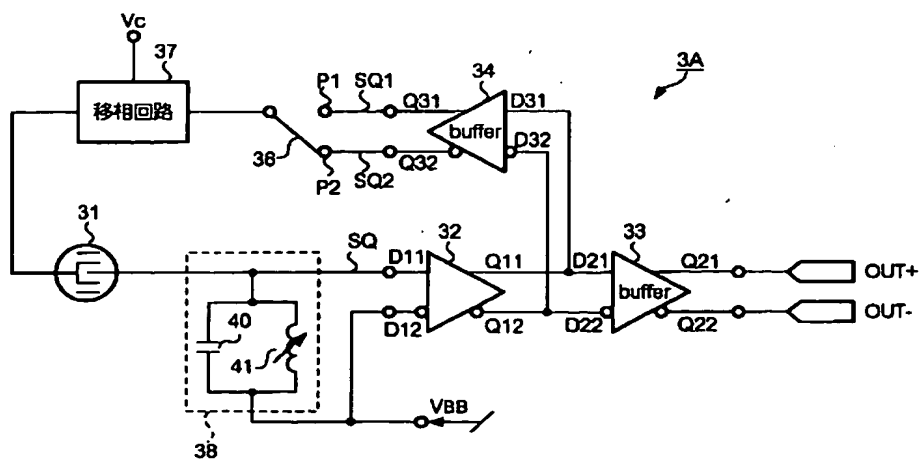
【図9】



【図10】

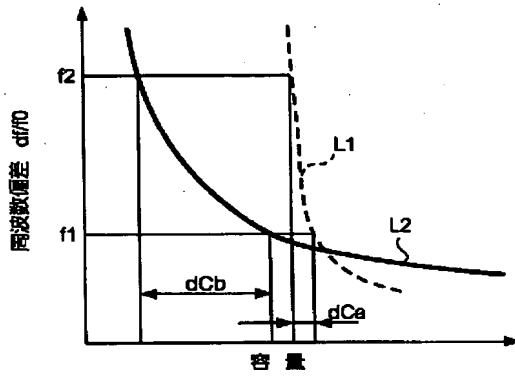


【図11】

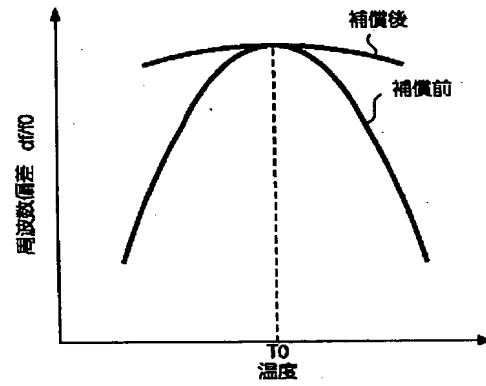


(12)

【図14】

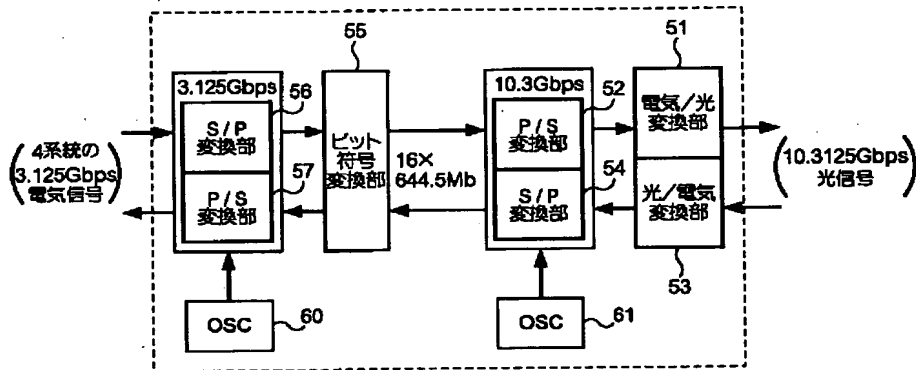


【図15】

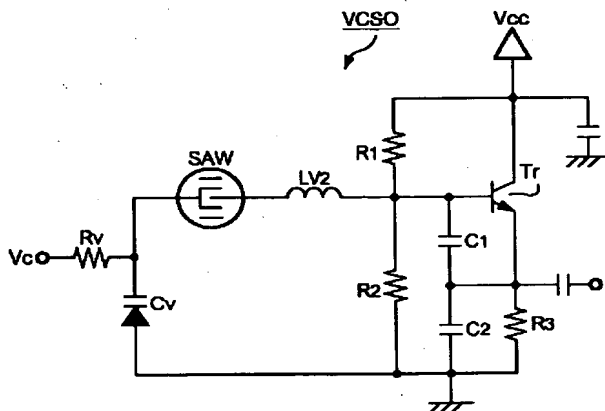


【図16】

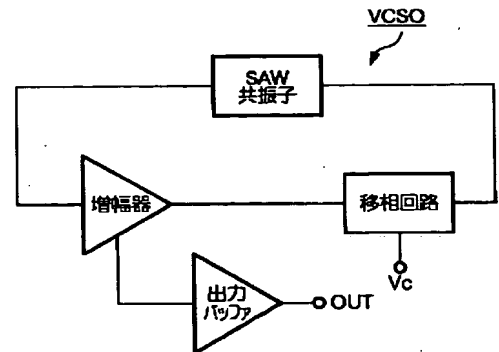
50



【図17】

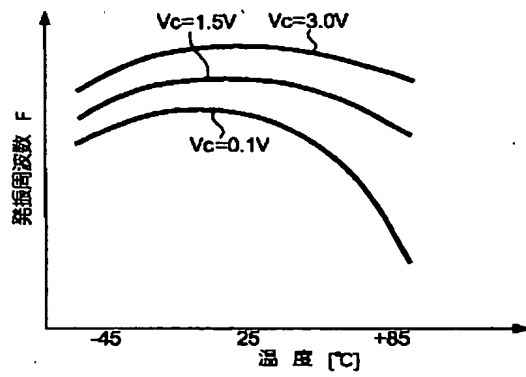


【図18】

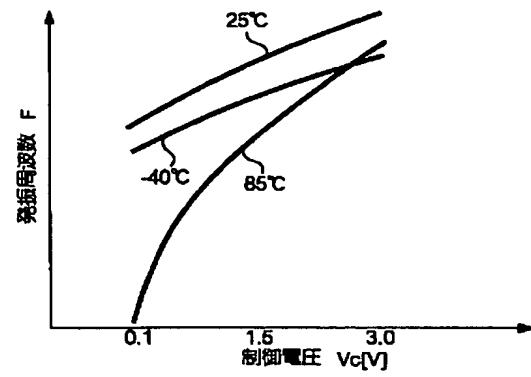


(13)

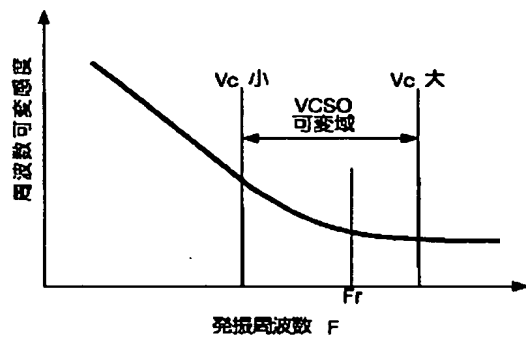
【図19】



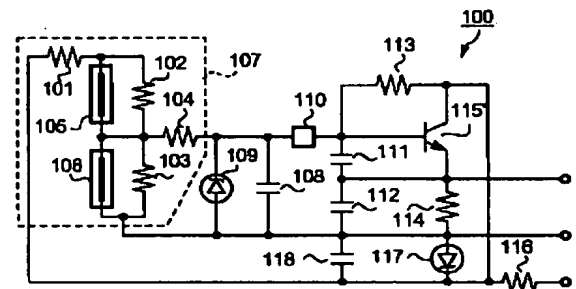
【図20】



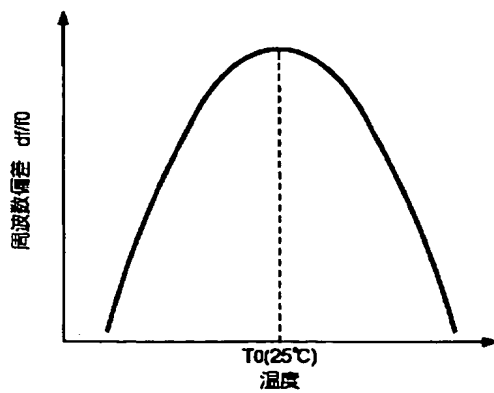
【図21】



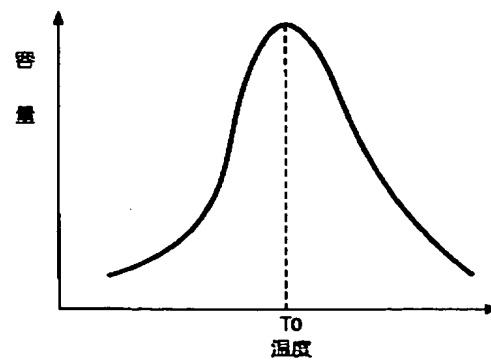
【図22】



【図23】

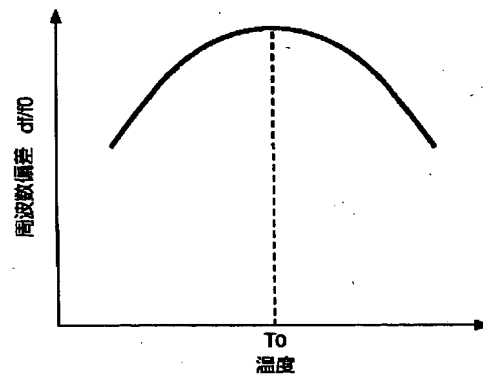


【図24】



(14)

【図25】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J079 AA06 BA02 CB02 DA13 DA21
 FA14 FA21 FA24 FA26 FB01
 FB02 FB03 FB12 FB15 FB47
 FB48 GA09
 5J081 AA02 CC17 DD09 EE02 EE03
 EE13 EE19 FF23 KK02 KK09
 KK14 KK22 LL01 MM01